苎麻替代不同比例苜蓿对波尔山羊生长性能、血清生化指标及养分表观消化率的影响

魏金涛[1,2]　郭万正[2*]　杨雪海[2]　陈　芳[2]　张乃锋[1]　刁其玉[1**]

（1.中国农业科学院饲料研究所，农业部饲料生物技术重点实验室，北京 100081；2.湖北省农业科学院畜牧兽医研究所，武汉 430064）

摘　要：本试验旨在研究苎麻替代不同比例苜蓿对波尔山羊生长性能、血清生化指标及养分表观消化率的影响。选择体重[（17.51±1.79） kg]相近的3月龄左右波尔山羊羔羊75只，采用单因子试验设计，随机分为5组，每组5个重复，每个重复3只羊。对照组饲喂基础饲粮，4个试验组分别饲喂以苎麻等量替代基础饲粮中25%（试验Ⅰ组）、50%（试验Ⅱ组）、75%（试验Ⅲ组）和100%（试验Ⅳ组）苜蓿的试验饲粮。预试期15 d，正试期75 d。于正试期第60天开始对试验羔羊进行为期4 d的消化代谢试验，收集羔羊粪便，在试验结束当天采集血液样品。结果显示：1）苎麻的粗蛋白质、粗脂肪、钙、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和粗灰分的含量均高于苜蓿。2）试验Ⅰ组、试验Ⅱ组和试验Ⅲ组山羊的平均日增重与对照组相比分别下降了1.93%、6.16%和20.74%，差异不显著（P>0.05）；试验Ⅳ组山羊的平均日增重与对照组和试验Ⅰ组相比分别降低了27.38%和25.96%，差异显著（P<0.05）。3）与对照组相比，苎麻替代不同比例苜蓿后山羊血清中总蛋白、白蛋白、球蛋白、白球比、肌酐和游离甲状腺素含量均没有产生显著变化（P>0.05）；各个试验组山羊血清中游离三碘甲状原氨酸含量较对照组有不同程度的下降，其中试验Ⅱ组、试验Ⅲ组和试验Ⅳ组与对照组的差异达到显著水平（P<0.05）；在试验Ⅳ组山羊血清中检出了尿酸，对照组和其他试验组山羊血清中均未检出尿酸。4）各个试验组山羊的干物质、粗蛋白质、粗脂肪、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和总磷表观消化率与对照组相比均没有显著差异（P>0.05），但试验Ⅳ组钙的表观消化率与对照组、试验Ⅰ组、试验Ⅱ组和试验Ⅲ组相比分别降低了11.69%（P<0.05）、11.57%（P<0.05）、11.71%（P<0.05）和7.79%（P>0.05）。综上，苎麻营养价值较高，可以

收稿日期：2018-03-22

基金项目：公益性行业农业科研专项（201403049）；湖北省农业科技创新中心项目（2016-620-000-001-028）

作者简介：魏金涛（1981—），男，河南灵宝人，副研究员，博士研究生，从事饲料资源开发与高效利用研究。E-mail: jintao001@163.com

*同等贡献作者

**通信作者：刁其玉，研究员，博士生导师，E-mail: diaoqiyu@caas.cn

作为优质饲草部分代替苜蓿在波尔山羊饲粮中高效利用。

关键词：苎麻；苜蓿；波尔山羊；生长性能；血清生化指标；养分表观消化率

中图分类号：S816　　文献标识码：A　　文章编号：

苎麻(*Boehmeria nivea*)是荨麻科苎麻属多年生草本植物和湿草类速生性多叶植物，中国、日本和马来半岛是苎麻在世界上几大主要种植地区。苎麻具有生长速度快、分枝能力强、叶片大、生物产量高、营养价值较高等特点。近年来的研究表明，苎麻叶营养价值和苜蓿相似，具体体现在粗蛋白质含量较高，氨基酸含量丰富，全年 7 个茬次苎麻粗蛋白质、赖氨酸和苏氨酸含量的平均值分别达到了 19.57%、0.84%和 0.82%，中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量均较为适中，各养分的瘤胃有效降解率和潜在降解率均较高[1-2]。Ridla 等[3]研究表明，山羊饲喂苎麻叶或青贮苎麻叶可以提高饲粮中粗脂肪的消化率，对粗蛋白质、干物质、有机质、粗纤维等的消化率没有显著影响。唐丽等[4]研究了苎麻粉对肉兔生长性能、屠宰性能和兔肉化学成分的影响，结果表明，肉兔饲粮中苎麻粉添加量在 10%以内时对肉兔日增重、日采食量、料重比等均没有产生显著影响。因此，苎麻可以作为高品质的粗饲料应用于草食家畜饲粮中[5-6]。但是，苎麻中含有大量单宁等抗营养因子并且钙磷比例严重失衡[2]，同时可能还含有一些暂时无法确定的物质[7]，这影响了苎麻在畜禽饲粮中的添加量。

苜蓿是世界上栽培面积最大的多年生豆科牧草，因其适应性强、生物产量高、营养价值高、品质好、适口性好而被称作“牧草之王”。苜蓿中蛋白质、矿物质、维生素及具有生物活性的黄酮类物质含量均比较高，还含有较多易消化的纤维，纤维在瘤胃内发酵可以产生挥发性脂肪酸，作为反刍动物的主要能源。因此，苜蓿是饲喂牛、羊等反刍动物的优质牧草来源。但是，在我国南方由于高温高湿的气候和酸性土壤条件，对苜蓿的生长极为不利，苜蓿产业发展相对落后[8]。

我国南方地区优质饲草短缺已经成为制约草牧业健康、快速发展的瓶颈之一，开发与高值化利用新型优质的饲草资源可以缓解南方优质饲草短缺的瓶颈问题。苎麻在南方可以正常生长，而且生物产量和营养价值均较高。本试验拟将苎麻以不同比例等量替代全混合日粮中的苜蓿，研究苎麻替代苜蓿后对波尔山羊生长性能、血液生化指标及养分表观消化率的影响，为开发饲用苎麻作为优质饲草在草食家畜饲粮中的高效利用、促进南方草牧业的健康发

展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 苎麻的采收与制备

苎麻品种为湖北省农业科学院畜牧兽医研究所与咸宁市农业科学院合作培育的饲用品种鄂牧苎“0904”，种植于咸宁市农业科学院苎麻种植示范基地。于 2016 年 8 月采收当年第 4 茬苎麻（株高 100～120 cm，从上往下量取 100 cm 进行收割），收割后利用揉丝机将苎麻整株切碎至 2 cm 左右，然后置于晾晒场晒干备用。

1.1.2 苜蓿

苜蓿为西班牙进口紫花苜蓿草颗粒，由深圳广大科技发展有限公司提供。

1.2 试验动物及设计

选择体重[（17.51±1.79） kg]相近的 3 月龄左右波尔山羊阉公羔 75 只，采用单因子试验设计，随机分为 5 组，每组 5 个重复，每个重复 3 只羊。对照组饲喂基础饲粮，4 个试验组分别饲喂以苎麻等量替代基础饲粮中 25%（试验Ⅰ组）、50%（试验Ⅱ组）、75%（试验III组）和 100%（试验Ⅳ组）紫花苜蓿的试验饲粮。试验饲粮组成及营养水平见表 1。饲粮按比例配制，混合后利用自主设计的颗粒饲料生产线制成颗粒饲料进行饲喂。试验在湖北省荆门市掇刀区湖北天越牧业有限公司进行，时间为 2016 年 10—12 月，预试期 15 d，正试期 75 d。

表 1 试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis) %

项目 Items	对照组 Control group	试验Ⅰ组 Trial groupⅠ	试验Ⅱ组 Trial group 2	试验III组 Trial group 3	试验Ⅳ组 Trial group 4

原料 Ingredients					
玉米 Corn	32.69	32.69	32.69	32.69	32.69
豆粕 Soybean meal	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41
苎麻 Ramie		10.00	20.00	30.00	40.00
苜蓿 Alfalfa	40.00	30.00	20.00	10.00	
玉米秸秆 Corn straw	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
食盐 NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
预混料 Premix1)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels					
消化能 Digestible energy/（MJ/kg）2)	10.30	10.26	10.21	10.17	10.13
粗蛋白质 Crude protein	13.50	13.65	13.79	13.94	14.09
钙 Calcium	0.91	1.08	1.27	1.44	1.62
总磷 Total phosphorus	0.58	0.54	0.50	0.47	0.43
中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber	32.65	34.38	36.11	37.84	39.57
酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber	21.14	22.45	23.75	25.05	26.35

1)每千克预混料中含有 Contained the following per kg of premix：Cu 12 mg，Fe 40 mg，Zn 50 mg，Mn 60 mg，I 1 mg，Co 0.15 mg，Se 0.05mg，VA 8 100 IU，VD 20 100 IU，VE 24 mg。

2)消化能为计算值，其他营养水平为实测值。Digestible energy was a calculated value, while the others were measured values.

1.3 饲养管理

试验羔羊在试验期间按试验场常规方法对食槽、水槽、羊舍、羊栏及过道进行消毒，按

照公司防疫、保健制度进行防疫和驱虫。

试验羔羊在预试期开始和结束时连续 2 d 称羔羊个体空腹重，分组。正试期各组羔羊按试验设计饲喂试验饲粮。每天分别在 08:00 和 15:00 进行饲喂，自由采食，自由饮水。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 生长性能测定

试验羊在正试期结束时，空腹称重。试验期间记录每个重复羔羊的平均饲料消耗量，计算每个重复羔羊的平均日采食量、平均日增重和料重比。

1.4.2 血清生化指标测定

试验结束，称重后每组随机选取 6 只山羊前腔静脉采血，分离血清后于-20 ℃冷冻保存，备测。血清生化指标由武汉兰卫医学检验所有限公司测定。

1.4.3 养分表观消化率的测定

于正试期第 60 天开始对试验羔羊进行为期 4 d 的消化代谢试验，收集每天的粪便并称重，取收粪量的 30%放入玻璃皿内，65 ℃烘至恒重，然后将 4 d 所取粪样混合、粉碎后按四分法取样，置-20 ℃冰箱中保存，备用；准确记录每只羊每天的采食量，同时，每组每天采集试验饲粮样品 200 g，将 4 d 所取饲粮样品混合、粉碎后按四分法取样，置-20 ℃冰箱中保存，备用。所采集的粪样和饲粮样品用于测定干物质、粗蛋白质、粗脂肪、钙、总磷、中性洗涤纤维及酸性洗涤纤维含量。粗蛋白质含量测定采用凯氏定氮法（Kjeltec 2300 凯氏定氮仪，丹麦福斯有限公司），干物质、钙和总磷含量测定采用张丽英[9]的方法进行。中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量采用 Van Soest 等[10]的方法测定。各养分表观消化率的计算公式如下：

某养分表观消化率（%）=100×[试验羊食入该养分的量（g）-粪中排出该养分的量（g）]/试验羊食入该养分的量（g）。

1.5 统计分析

采用 Excel 2007 对数据进行初步处理。采用 SPSS 11.0 进行单因素方差分析(one-way

ANOVA)并进行 Duncan 氏多重比较，结果以平均值±标准误表示。

2 结果与分析

2.1 苎麻和苜蓿常规营养成分含量

从表 2 可以看出，苎麻的粗蛋白质、粗脂肪和钙含量优于苜蓿，但是中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和粗灰分的含量高于苜蓿。

表 2 苎麻和苜蓿常规营养成分含量（干物质基础）

Table 2 Common nutrient component contents of ramie and alfalfa (DM basis) %

项目 Items	粗蛋白质 Crude protein	粗脂肪 Ether extract	中性洗涤纤维 Neutral detergent	酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber	粗灰分 Crude ash	钙 Calcium	总磷 Total phosphorus
苎 麻 Ramie	19.43	3.46	49.81	43.26	15.17	3.69	0.16
苜 蓿 Alfalfa	18.53	2.21	38.32	27.13	9.68	1.54	0.52

2.2 苎麻替代不同比例苜蓿对波尔山羊生长性能的影响

从表 3 中可以看出，与对照组相比，苎麻替代不同比例苜蓿后山羊的平均日增重均有了一定程度的下降。试验I组、试验II组和试验III组山羊的平均日增重与对照组相比下降了 1.93%、6.16%和 20.74%，但差异不显著（P>0.05）；试验IV组山羊的平均日增重与对照组、试验 I 组相比分别降低了 27.38%和 25.96%，差异显著（P<0.05）。试验III组、试验IV组山羊的平均日采食量与对照组相比分别降低了 8.04%和 14.67%，差异显著（P<0.05）。各个试验组山羊的料重比均比对照组显著增加（P<0.05），同时试验试验III组、试验IV组山羊的料重比还显著高于试验I组、试验II组（P<0.05）。

表 3 苎麻替代不同比例苜蓿对波尔山羊生长性能的影响

Table 3 Effects of ramie substituting different ratios of alfalfa on growth performance of Boer goats

项目 Items	对照组 Control group	试验Ⅰ组 Trial group Ⅰ	试验Ⅱ组 Trial group 2	试验Ⅲ组 Trial group 3	试验Ⅳ组 Trial group 4
始重 Initial weight/kg	17.58±3.16	17.58±1.94	17.57±1.94	17.47±1.68	17.42±1.64
末重 Finial weight/kg	25.87±2.80	25.71±2.87	25.35±2.89	24.04±2.18	23.44±2.57
平均日增重 ADG/g	115.14±32.82^{a}	112.92±20.06^{a}	108.06±25.57^{ab}	91.25±14.55^{ab}	83.61±31.37^{b}
平均日采食量 ADI/g	975.21±54.36^{a}	992.67±82.97^{a}	938.06±83.57^{ab}	896.85±54.91^{b}	832.19±87.67^{c}
料重比 F/G	8.47±0.25^{a}	8.79±0.25^{b}	8.68±0.30^{b}	9.83±0.25^{c}	9.95±0.29^{c}

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无小写字母表示差异不显著（P>0.05)。表 4 同。

Values in the same row with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no small letter superscripts mean no significant difference （P>0.05). The same as Table 4.

2.3 苎麻替代不同比例苜蓿对波尔山羊血清生化指标的影响

从表 4 中可以看出，与对照组相比，苎麻替代不同比例苜蓿后山羊血清中总蛋白、白蛋白、球蛋白、白球比、肌酐和游离甲状腺素均没有显著差异（P>0.05)。各个试验组山羊的血清游离三碘甲状原氨酸含量较对照组有不同程度的下降，其中试验Ⅱ组、试验Ⅲ组和试验Ⅳ组与对照组的差异达到显著水平（P<0.05）。在试验Ⅳ组山羊血清中检出了尿酸，对照组和其他试验组山羊血清中均未检出尿酸。

表 4 苎麻替代不同比例苜蓿对波尔山羊血清生化指标的影响

Table 4 Effects of ramie substituting different ratios of alfalfa on serum biochemical indexes of

Boer goats

项目 Items	对照组 Control group	试验Ⅰ组 Trial group Ⅰ	试验Ⅱ组 Trial group 2	试验III组 Trial group 3	试验Ⅳ组 Trial group 4
总蛋白 TP/(g/L)	75.23±6.70	82.18±10.59	79.55±11.65	83.97±13.57	79.03±5.20
白蛋白 Alb/(g/L)	36.15±1.34	35.50±4.33	33.35±4.12	31.53±7.96	38.25±1.51
球蛋白 Glb/(g/L)	39.08±7.48	46.68±11.69	46.20±14.12	52.43±17.36	40.78±5.20
白球比 A/G	0.95±0.22	0.81±0.25	0.77±0.24	0.67±0.33	0.95±0.12
尿酸 UA/(μmol/L)	—	—	—	—	3.25±0.50
肌酐 Cr/(μmol/L)	44.75±3.20	42.75±8.54	42.00±7.62	44.17±9.30	45.75±2.99
游离三碘甲状原氨酸 FT_3/(pmol/L)	7.40 ± 1.23^{c}	6.43 ± 0.88^{bc}	5.73 ± 0.67^{ab}	4.87 ± 0.59^{a}	5.30 ± 0.58^{ab}
游离甲状腺素 FT_4/(pmol/L)	21.13±1.95	18.20±2.04	19.35±0.94	18.87±1.44	17.33±3.21

“—”代表未检出。“—” standed for not detected.

2.4 苎麻替代不同比例苜蓿对波尔山羊养分表观消化率的影响

从表 5 中可以看出，各个试验组的干物质、粗蛋白质、粗脂肪、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和总磷的表观消化率与对照组相比均没有显著差异（P>0.05），但是试验IV组的钙表观消化率较对照组、试验I组和试验II组分别降低了 11.69%、11.57%和 11.71%，差异显著

（P<0.05），较试验III组降低了 7.79%，差异不显著（P>0.05）。

表 5　苎麻替代不同比例苜蓿对波尔山羊养分表观消化率的影响

Table 5　Effects of ramie substituting different ratios of alfalfa on nutrient apparent digestibility of Boer goats　　%

项　目 Items	干物质 Dry matter	粗蛋白质 Crude protein	粗脂肪 Ether extract	中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber	酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber	钙 Calcium	总磷 Total phosphorus
对照组 Control group	71.21±1.75	73.08±2.39	74.54±1.95	40.62±1.51	32.28±2.23	31.49±1.11[b]	45.76±1.31
试验 I 组 Trial group I	70.22±2.24	73.05±2.41	74.77±2.27	40.89±2.18	32.59±2.04	31.45±1.50[b]	45.58±1.75
试验 II 组 Trial group II	70.28±1.98	73.46±2.81	74.86±2.83	41.38±1.90	32.65±2.12	31.50±1.66[b]	45.28±2.58
试验III组 Trial group III	71.04±2.71	74.04±3.09	75.07±3.15	41.46±1.85	32.52±2.90	30.16±2.20[ab]	44.80±2.09
试验Ⅳ	71.45±2.65	74.52±3.20	75.22±3.56	42.14±1.89	33.48±3.04	27.81±2.49[a]	44.47±1.82

组

Trial

group

Ⅳ

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（$P<0.05$），相同或无小写字母表示差异不显著（$P>0.05$）。

Values in the same column with different small letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$), while with the same or no small letter superscripts mean no significant difference （$P>0.05$).

3

苜蓿是一种多年生豆科牧草，茎秆细嫩、柔软，叶片繁茂，营养价值丰富，适口性好，可以改善肉羊瘤胃发酵，提高氮利用率及十二指肠中部分氨基酸含量，还可以提高肉羊生产性能及饲粮中粗蛋白质、中性洗涤纤维和干物质消化率[11-13]。苎麻营养价值较为丰富，粗蛋白质含量在22%左右，氨基酸组成合理，赖氨酸含量高，且含有丰富的类胡萝卜素、维生素 B_2 和钙[14-17]。苎麻生物产量较高，每年可以收割 7 个茬次，每个茬次的苎麻营养成分有一定的差异[1-2]。本试验选择第 4 茬苎麻，在 8 月份收割，生物产量大，各个养分含量接近年 7 个茬次的养分含量平均值，其营养价值和紫花苜蓿相比各有优缺点，如粗蛋白质、粗脂肪和钙的含量均略高于紫花苜蓿，但是粗灰分、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的含量也高于紫花苜蓿。

南方地区水热资源丰富，但紫花苜蓿等豆科牧草品种由于地域、气候等自然条件的限制，难以发挥其高产潜力，种植面积和范围均受到一定的限制，产量远远不能满足草食畜牧业快速发展的需求。因此，开发能有效替代苜蓿的牧草资源意义重大。苎麻由于其营养成分和苜蓿相似，适合在南方种植，有可能成为替代苜蓿的饲料原料。Maknev 等[18]研究了苎麻替代紫花苜蓿在保加利亚红公牛饲粮中的应用技术，结果表明，饲喂以苎麻替代苜蓿的饲粮对6～12 月龄的公牛肉、骨头和皮的比例以及肉中水分、粗蛋白质和粗脂肪的含量均没有产生显著影响。Hutabarat 等[19]研究认为苎麻叶和青贮苎麻替代山羊全混合日粮中 40%以上的象草后对山羊的生长性能没有显著影响。Dos Santos 等[20]以不同比例苎麻替代奶山羊饲粮中的

盘固草，结果表明替代比例对山羊日增重以及干物质、粗蛋白质的采食量均没有产生显著影响。但是，尚未发现有用苎麻替代波尔山羊全混合日粮中紫花苜蓿的研究报道。本试验结果表明，苎麻替代不同比例苜蓿后，各个试验组山羊平均日增重均有了一定程度的下降，但是25%和 50%替代组山羊的平均日增重与对照组相比仅分别下降了 1.93%和 6.16%，差异不显著，说明苎麻可以替代部分苜蓿作为山羊的粗饲料原料。

血清中白蛋白和球蛋白含量反映了机体蛋白质的吸收和代谢状况，血清白球比可以看出动物的健康状况，血液中总蛋白和白蛋白含量升高表明机体代谢活动旺盛[21]。本试验结果显示，苎麻替代不同比例苜蓿后山羊血清中总蛋白、白蛋白、球蛋白的含量均没有发生显著变化，说明在山羊饲粮中以苎麻替代苜蓿对机体蛋白质的吸收和代谢以及健康状况均没有产生显著影响。血清中尿酸和肌酐的含量是反映山羊肾脏功能的指标，本试验结果显示苎麻替代不同比例苜蓿对山羊血清中肌酐含量没有显著影响，但是在采食以苎麻全部替代苜蓿的饲粮的山羊血清中检测到了尿酸的存在，而其他试验组则并没有检测出尿酸，这可能是因为该组饲粮中苎麻替代比例过大，而苎麻中钙磷比例极不平衡，达到了 23:1，而钙磷比例不平衡容易对山羊尤其是公羊肾脏带来损伤，引起山羊尿石症[22]，具体的原因及机制有待进一步研究。游离三碘甲状原氨酸和游离甲状腺素是甲状腺合成和分泌的主要激素，饲料中有些抗营养因子会损伤甲状腺，造成血清中游离三碘甲状原氨酸和游离甲状腺素含量降低，如菜籽粕中的硫甙[23]。本试验结果表明，采食苎麻替代苜蓿比例达到 50%及其以上饲粮的山羊血清中游离三碘甲状原氨酸含量与对照组相比显著降低，可能是由于苎麻中含有一定量的抗营养因子，苎麻替代比例增加后抗营养因子的量也随之增加，这些抗营养因子造成了山羊甲状腺的损伤。

Squibb 等[24]研究了苎麻的消化利用率，结果表明，苎麻在生长到 50 cm 以下时收获，其粗蛋白质、粗脂肪和粗纤维的消化利用率与苜蓿等豆科牧草接近。Ridla 等[3]用苎麻和青贮苎麻替代 10%全混合日粮中的精料，结果表明苎麻可以提高饲粮中粗脂肪的消化利用率，降低无氮浸出物的消化利用率，但是对粗蛋白质、干物质、有机质、粗纤维的消化录用率没有显著影响。本试验结果也表明，与对照组相比，苎麻替代不同比例苜蓿后山羊的干物质、粗蛋白质、粗脂肪、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维和总磷的表观消化率均没有显著变化；但是，100%替代组钙的表观消化率显著低于对照组，可能是因为苎麻中钙含量较高，导致山

羊饲粮中钙含量偏高，而山羊对钙的吸收能力有限，最终导致钙的表观消化率降低。

4 结　论

芒麻营养价值较高，可以作为优质饲草部分替代紫花苜蓿在波尔山羊饲粮中高效利用。

参考文献：

[1]魏金涛,杨雪海,严念东,等.“中饲苎 1 号”苎麻嫩茎叶常规营养成分分析[J].湖北农业科学,2016,55(24):6517–6519.

[2]魏金涛,杨雪海,严念东,等.苎麻营养成分分析及瘤胃降解特性研究[J].草业学报,2017,26(5):197–204.

[3]RIDLA M.Digestibility comparison of ramie (*Boehmeria nivea*) leaves hay and silage in jawarandu goat ration[C]//The 15th AAAP Animal Science Congress.Thailand,2012:1666–1670.

[4]唐丽,郭志强,邝良德,等.苎麻粉对肉兔生长性能、屠宰性能和兔肉化学成分的影响[J].中国畜牧杂志,2018,54(02):69–72.

[5]TUYEN V D,DUY B P,HUY V H.Evaluation of ramie (*Boehmeria nivea*) foliage as a feed for the ruminant[C]//Proceedings of Regional Conference:Matching Livestock Systems with Available Resources.Vietnam,2007:641–646.

[6]DE TOLEDO G S P,DA SILVA L P,DE QUADROS A R B,et al.Productive performance of rabbits fed with diets containing ramie (*Boehmeria Nivea*) hay in substitution to alfalfa (*Medicago sativa*) hay[C]//World Rabbit Congress.Verona,Italy,2008:827–830.

[7]CONTÒ G,CARFÌ F,PACE V.Chemical composition and nutritive value of ramie plant [*Boehmeria nivea* (L.) Gaud] and its by-products from the textile industry as feed for ruminants[J].Journal of Agricultural Science and Technology,2011,13(5):641–646.

[8]郭志强,宋代军,玉勇雄,等.南方苜蓿新品种“渝苜一号”饲喂肉兔的营养价值评定[J].草业学报,2011,20(3):122–127.

[9]张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].2 版.北京:中国农业大学出版社,2003:46–75.

[10]VAN SOEST P J,ROBERTSON J B,LEWIS B A.Methods for dietary fiber,neutral detergent fiber,and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition[J].Journal of Dairy Science,1991,74(10):3583–3597.

[11]许红.苜蓿干草对杜×寒羊 F1 的生产性能及胃肠道消化代谢指标的影响[D].硕士学位论文.郑州：河南农业大学,2013.

[12]郭孝,介晓磊,哈斯通拉格,等.日粮中添加高微量元素苜蓿青干草对杜泊羊生产性能的影响[J].草业科学,2009,26(1):100–104.

[13]靳晓霞,陈龙,周鑫,等.饲喂苜蓿干草对越冬母羊体质量增加及日粮消化率的影响[J].草业科学,2013,30(1):131–135.

[14]LÓPEZ O,MONTEJO I L,LAMELA L.Evaluation of the nutritional potential of four forage plants for feeding rabbit does (technical note)[J].Pastosy Forrajes,2012,35(3):293–300.

[15]DE ALMEIDA DUARTE A, SGARBIERI V C,R BENATTI Jr.Composition and nutritive value of ramie leaf flour for monogastric animals[J].Pesquisa Agropecuária Brasileira,1997,32(12):1295–1302.

[16]熊和平,喻春明,王延周,等.饲料用苎麻新品种中饲苎 1 号的选育研究[J].中国麻业,2005,27(1):1–4.

[17]朱涛涛,喻春明,王延周,等.“中苎 1 号”和“中苎 2 号”苎麻营养价值的初步评价[J].中国麻业科学,2014,36(3):113–121.

[18] MAKNEV K,SLAVCHEV G,DONEV N,et al.Comparison of ramie and lucerne in calf rearing[J].Nauchni Trudove Vissh Selskostopanski Institut Vasil Kolarov,1970,19(5):57–64.

[19]HUTABARAT I M L,MUTIA R,PERMANA I G.The evaluation of nutrient quality of ramie leaves silage and hay in complete mixed ration for Etawah-Crossbreed goat using *in vitro* technique[EB/OL].[2018-03-21].http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/53586.

[20]DOS SANTOS L E,DUPAS W,LEMOS NETO M J,et al.The use of decorticated ramie

(*Boehmeria nivea* Gaud.) residue in goat feeding[J].Boletim de Indústria Animal,1990,47(1):73–80.

[21]侯振平,蒋桂韬,吴端钦,等.葡萄糖氧化酶对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和抗氧化功能及养分消化率的影响[J].动物营养学报,2017,29(10):3482–3488.

[22]沈向真,王小龙,陈万芳,等.饲喂不同日粮的山羊尿沉渣晶体的化学组成和显微形态[J].畜牧兽医学报,1997,28(1):57–65.

[23]MIKULSKI D,JANKOWSKI J,ZDUNCZYK Z,et al.The effect of different dietary levels of rapeseed meal on growth performance,carcass traits,and meat quality in turkeys[J].Poultry Science,2012,91(1):215–223.

[24]SQUIBB R L,RIVERA C,JARQUIN R.Comparison of chromogen method with standard digestion trial for determination of the digestable nutrient content of kikuyu grass and ramie forages with sheep[J].Journal of Animal Science,1958,17(2):318–321.

Effects of Ramie Substituting Different Ratios of Alfalfa on Growth Performance, Serum Biochemical Indexes and Nutrient Apparent Digestibility of Boer Goats

WEI Jintao[1,2] GUO Wanzheng[2*] YANG Xuehai[2] CHEN Fang[2] ZHANG Naifeng[1] DIAO Qiyu[1**]

(1. *Key Laboratory of Feed Biotechnology of Agriculture*, *Feed Research Institute*, *Chinese Academy of Agricultural Sciences*, *Beijing* 100081, *China*; 2. *Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science*, *Hubei Academy of Agricultural Science*, *Wuhan* 430064, *China*)

Abstract: The objective of this study was to investigate the effects of ramie substituting different ratios of alfalfa on growth performance, serum biochemical indexes and nutrient apparent digestibility of Boer goats. Seventy-five healthy Boer goat kids aged about 3 months and with

---

*Contributed equally

**Corresponding author, professor, E-mail： diaoqiyu@caas.cn (责任编辑 菅景颖)

similar initial body weight of (17.51±1.79) kg were randomly assigned to 5 groups with 5 replicates and each replicate had 3 kids. Kids in control group were fed a basal diets, and those in 4 experimental groups were fed experimental diets in which 25% (trial group Ⅰ), 50% (trial group Ⅱ), 75% (trial group Ⅲ) and 100% (trial group Ⅳ) of alfalfa in the basal diet were replaced with ramie, respectively. The pretrial lasted for 15 d, and the trial lasted for 75 d. The results showed as follows: 1) the contents of crude protein, ether extract, calcium, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and crude ash in ramie were higher than those in alfalfa (P<0.05). 2) Compared with control group, the average daily gain (ADG) of trial groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ was decreased by 1.93%, 6.16% and 20.74%, respectively, and the differences were not significant (P>0.05). The ADG of trial group Ⅳ was decreased by 27.38% and 25.96% compared with control group and trial group Ⅰ, respectively, and the differences were significant (P<0.05). 3) Serum total protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), ALB/GLB, creatinine (Gr) and free thyroxine (FT_4) contents were not significantly different among all groups (P>0.05). But serum free triiodothyroxine (FT_3) content in trial group was reduced at different degrees, and the differences were significant between trial groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ and control group (P>0.05). Serum uric acid (UA) was detected in trail group Ⅳ, but it was not detected in other groups. 4) The apparent digestibility of day matter, crude protein, ether extract, total phosphorus, NDF and ADF was no significant different among all groups (P>0.05). But the apparent digestibility of calcium in trail group Ⅳ was lowered 11.69% （P<0.05）, 11.57% （P<0.05）, 11.71% （P<0.05） and 7.79% （P>0.05） compared with control group, trail groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ, respectively. Conversely, ramie nutrition value is higher, it can partial replace alfalfa efficient used in Boer goat diets as high quality forage grass.

Key words: ramie; alfalfa; Boer goats; growth performance; serum biochemical indexes; nutrient apparent digestibility